

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-163162

(43)Date of publication of application : 23.06.1995

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

B06B 1/06

(21)Application number : 05-300401

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1993

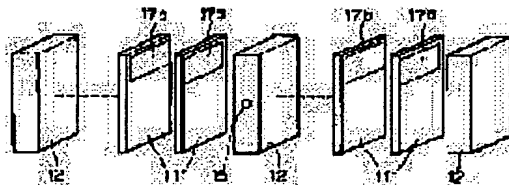
(72)Inventor : FUNAKUBO TOMOKI  
FUJIMURA TAKENAO

## (54) ULTRASONIC OSCILLATOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an ultrasonic oscillator in which the fluctuation is suppressed in the oscillation characteristics and delamination is retarded by decreasing the number of bonding steps and simplifying the manufacturing process.

**CONSTITUTION:** When a driving signal is applied to a piezoelectric plate 11, an oscillation where the expanding/contracting distortion component caused by longitudinal oscillation has same sign as that caused by bending oscillation is produced in a region provided with a first electrode group (inner electrode) 17a, and an oscillation where the expanding/contracting distortion component caused by the longitudinal oscillation has sign different from that caused by the bending oscillation is produced in a region provided with a second electrode group (inner electrode) 17b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3311446

[Date of registration]

24.05.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-163162

(43) 公開日 平成7年(1995)6月23日

(51) IntCl<sup>6</sup>

H 0 2 N 2/00

B 0 6 B 1/06

識別記号

庁内整理番号

C 8525-5H

Z 7627-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-300401

(22) 出願日 平成5年(1993)11月30日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 舟窪 朋樹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 藤村 毅直

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

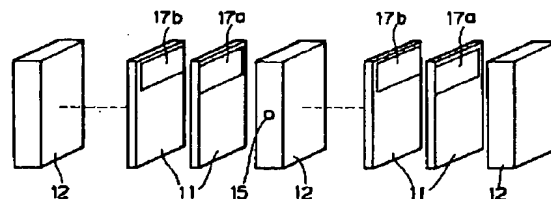
(74) 代理人 弁理士 伊藤 進

(54) 【発明の名称】 超音波振動子

(57) 【要約】

【目的】 接着工程が少なく制作工程が単純な、振動特性のばらつきが小さい、接着剥がれが起き難い超音波振動子を提供することを目的とする。

【構成】 圧電板 11 に駆動信号を印加し、第 1 の電極群 (内部電極) 17a が設けられた領域には、縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と屈曲振動によって生じる伸縮歪成分の符号とが同一になる振動が生じ、また、第 2 の電極群 (内部電極) 17b が設けられた領域には、縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と屈曲振動によって生じる歪成分とが異なる振動が生じることを特徴とする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電気-機械エネルギー変換素子に駆動信号を印加することにより、縦振動と屈曲振動とを励起する超音波振動子において、

上記電気-機械エネルギー変換素子を交互に積層された、該電気-機械エネルギー変換素子に上記駆動信号を印加するための複数の電極と、

この複数の電極の内、上記縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と上記屈曲振動によって生じる伸縮歪成分の符号とが同一になる少なくとも一つの領域に設けられた第1の電極群と、

上記複数の電極の内、上記縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と上記屈曲振動によって生じる歪成分とが異なる少なくとも一つの領域に設けられた第2の電極群と、

上記両電極群の各電極を一層おきに接続する2つの電気接続手段と、

を具備したことを特徴とする超音波振動子。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波振動子、詳しくは、超音波モータに使用される超音波振動子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電磁型モータに代わる新しいモータとして超音波モータが注目されている。この超音波モータは、従来の電磁型モータに比べ以下のような利点を有している。

【0003】(1) ギヤーなしで低速高推力が得られる。

(2) 保持力が大きい。

(3) ストロークが長く、高分解能である。

(4) 静粛性にとんでいる。

(5) 磁氣的ノイズを発生せず、また、ノイズの影響も受けにくい。

また、本出願人は先に特願平4-321096号において、従来の超音波振動子と該振動子を用いた超音波リニアモータを提案している。以下、図を参照して該従来の超音波振動子と該振動子を用いた超音波リニアモータについて説明する。

【0004】図24は、上記従来の技術手段における超音波振動子の構成を示した正面図である。

【0005】この図に示すように、超音波振動子110は、基本弾性体111の上部の、2次の共振屈曲振動のほぼ腹に対応する部分に積層型圧電素子113が配設されている。該積層型圧電素子113は、保持用弾性体112により上記基本弾性体111上に固定されている。すなわち、図示しないが該基本弾性体111には3か所にネジのタップが穿設されており、さらに、上記保持用弾性体112は3本のビス114により基本弾性体111に固定され、これにより、上記積層型圧電素子113

2

は保持用弾性体112に側方から押圧されて保持される。

【0006】また、上記積層型圧電素子113と保持用弾性体112とが接触する部分はエポキシ系の接着剤で固定され、該積層型圧電素子113におけるその他の部分は樹脂等により被覆されている。さらに、上記保持用弾性体112と基本弾性体111とが接触する部分もエポキシ系の接着剤により接合される。

【0007】上記基本弾性体111において上記積層型圧電素子113が配置されている面(図中、上面)に対して反対側の面、すなわち、被駆動体と接触する側の面における屈曲振動の腹に対応する部分には、アモルファスカーボンで構成された駆動子116がエポキシ系の接着剤を用いて接合されている。

【0008】このような構成をなす上記超音波振動子の摺動部材に対し、ステンレス材等の被駆動体(図示せず)をある一定の押圧力で直線移動可能な如く保持することで超音波リニアモータが構成できる。

【0009】次に、上記超音波振動子110の動作について説明する。

【0010】上記超音波振動子110の寸法を適当にとることによって1次の共振縦振動、および2次の共振屈曲振動がほぼ同一周波数で励起できる。図24において左側の積層型圧電素子113から取り出されている図示しない電気端子をA、G(A相と呼ぶ)とし、右側の積層型圧電素子113から取り出されている図示しない電気端子をB、G(B相と呼ぶ)とする。まず、上記A相およびB相に30Vの直流電圧を印加する。こうすることで、積層型圧電素子113にほぼ70Nの圧縮力(与圧)をかけることができる。

【0011】その後、上記A相に周波数F<sub>r</sub>で振幅10V<sub>p-p</sub>の交番電圧を印加し、B相に同一周波数、同振幅で同位相の交番電圧を印加すると一次の共振縦振動が励起できる。次に、A相に周波数F<sub>r</sub>で振幅10V<sub>p-p</sub>の交番電圧を印加し、B相に同一周波数、同振幅で逆位相の交番電圧を印加すると2次の共振屈曲振動が励起できる。

【0012】さて、A相及びB相に周波数F<sub>r</sub>で振幅10V<sub>p-p</sub>の交番電圧を印加し、その位相差を90度又は-90度にすると駆動子116の位置において、時計廻り又は反時計廻りの超音波楕円振動が励起できる。このとき駆動子116に押圧された被駆動体は右方向または左方向に駆動される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の超音波モータは、黄銅等の弾性体と積層型圧電素子を接着剤を用いて接合しているため、製作工程が複雑であり、また、各部品の相対的な位置が狂い易く、振動特性がばらつき易い。さらに、共振状態で接着剥がれが起き易い等の問題点があった。

【0014】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたものであり、接着工程が少なく制作工程が単純な、振動特性のばらつきが小さい、接着剥がれが起き難い超音波振動子を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明による超音波振動子は、電気-機械エネルギー変換素子に駆動信号を印加することにより、縦振動と屈曲振動とを励起する超音波振動子において、上記電気-機械エネルギー変換素子を交互に積層された、該電気-機械エネルギー変換素子に上記駆動信号を印加するための複数の電極と、この複数の電極の内、上記縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と上記屈曲振動によって生じる伸縮歪成分の符号とが同一になる少なくとも一つの領域に設けられた第1の電極群と、上記複数の電極の内、上記縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と上記屈曲振動によって生じる歪成分とが異なる少なくとも一つの領域に設けられた第2の電極群と、上記両電極群の各電極を一層おきに接続する2つの電気接続手段とを具備する。

【0016】

【作用】本発明による超音波振動子は、電気-機械エネルギー変換素子に駆動信号を印加し、上記第1の電極群が設けられた領域には、縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と屈曲振動によって生じる伸縮歪成分の符号とが同一になる振動が生じ、また、上記第2の電極群が設けられた領域には、縦振動によって生じる伸縮歪成分の符号と屈曲振動によって生じる歪成分とが異なる振動が生じる。

【0017】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0018】図1は、本発明の第1実施例を示す超音波振動子の正面図であり、また、図2は、該超音波振動子の上面図である。

【0019】図に示すように、本第1実施例の超音波振動子10の基本的な部分は、内部電極処理が施された矩形形状のPZT-PMN系の圧電板11が積層されて構成された2つの圧電体積層部18が、同じく矩形形状のPZT-PMN系の3つの絶縁板12に図に示すように挟設され構成されている。

【0020】図3は、上記超音波振動子10の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。また、図4は、上記超音波振動子10における一圧電板11の両側面を示した要部斜視図であり、図5は、上記図4に示す圧電板11に隣接する圧電板11の両側面を示した要部斜視図である。

【0021】上記圧電板11は高さ10mm、奥行き4mm、厚さ100 $\mu$ mの形状を有する圧電素子であり、その一側面上部には内部電極17aが、さらに該内部電

極17aの裏面側上部には内部電極17bがそれぞれ配設されている。

【0022】上記内部電極17aは、厚さ10 $\mu$ m程度の銀-パラジウム合金が矩形形状に塗布された薄膜電極であり、図4、図5に示すように、圧電板11の一側面に図中、背面側端部に1mm程度、上面側端部に1mm、下部に該圧電板11の高さの約2/3程度の絶縁部をそれぞれ有するように配置されている。一方、上記内部電極17bは、上記圧電板11において上記内部電極17aの裏面がわに配設されており、同様に厚さ10 $\mu$ m程度の銀-パラジウム合金が塗布された薄膜電極である。そして、該裏面に図中、正面側端部に1mm程度、上面側端部に1mm、下部に該圧電板11の高さの約2/3程度の絶縁部をそれぞれ有するように配置されている。

【0023】上記圧電板11における内部電極17a、17bの塗布位置は、図4、図5に示すように、互いに隣接する圧電板11で塗布位置が一側面とその裏面とで逆になっている。このような内部電極17a、17bが施された2種類の圧電板11(図4、図5)を交互に100層程度積層して、本第1実施例の圧電板積層部18(図1参照)が構成されている。

【0024】図1に戻って、上記絶縁板12は矩形形状のPZT-PMN系の素子であり、高さ10mm、奥行き4mm、厚さ3mmの形状をなしている。また、上記2つの圧電体積層部18を挟むように3か所に設けられた該絶縁板12のうち、中央部の絶縁板には、その中心部に直径 $\phi$ 1mmの穿孔15が正面から背面に向けて穿設されている。

【0025】また、超音波振動子10の圧電体積層部18における正面上部および背面上部には、上記内部電極17a、17bの一部が露呈しており、4つの露呈部群を形成している(図示せず)。この4つの露呈部群には、それぞれ導電性銀ペーストからなる4つの外部電極14が、該内部電極17aあるいは内部電極17bと導通するように互いに独立して設けられている。

【0026】上記外部電極14からはそれぞれリード線が延出しており、超音波振動子10の正面に配設された2つの外部電極14は、図1、図2に示すように電気端子A、Bとして、また、超音波振動子10の背面に配設された外部電極14はグランド(GND)端子として、図示しない圧電板11の駆動回路に接続されている。

【0027】一方、上記超音波振動子10底部において、長手方向端部から9mmの位置には幅4mm、奥行き4mm、厚さ1mmの駆動子16が接着剤により該底部に接合されている。なお、該駆動子16は、高分子材料にアルミナを分散して形成されている。また、上記中央の絶縁板12の穿孔15には、ステンレス材よりなるピン19が貫通して接着されている(図2参照)。

【0028】このように構成された上記超音波振動子10の全体の寸法は、幅30mm、高さ10mm、奥行き

4mmとなっている。

【0029】次に、上記超音波振動子10の基本的な部分の製造方法について説明する。

【0030】上記矩形状の圧電板11および絶縁板12は、上述したようにPZT-PMN系の材料で構成されている。まず、圧電板11の製造方法を説明する。すなわち、上記PZT-PMN系の材料の仮焼結粉末とバインダーとを混合して泥しょうを作成し、この泥しょうをドクターブレード法によりフィルム状にキャストし、グリーンシートとする。そして、グリーンシートを乾燥した後、フィルムから剥離して矩形状の圧電板11を作成する。その後、上述したように該圧電板11の両面には内部電極17a、17bがそれぞれ塗布される。一方、絶縁板12は、型を用いた方法により作成する。

【0031】次に、これらの圧電板11と絶縁板12とを図3に示すように積層し、熱をかけつつ押圧する。その後、1200℃で本焼成を行い、超音波振動子10の基本的な部分を作成する。その後、上述したように外部電極14を配設し、上記電気端子A、B、GNDに直流電圧を10分間程度印加し、内部電極17a、17bが施された部分の圧電板11を分極する。

【0032】次に、上記第1実施例の超音波振動子10の動作について説明する。

【0033】該第1実施例の超音波振動子10の寸法形状を上述したように設定すると、1次の共振縦振動、および2次の共振屈曲振動がほぼ同一周波数 $F_r$  (53kHz~56kHz)で励起できる。また、本出願人は、これらの振動を有限要素法を用いてコンピュータ解析した結果、図6(A)に示すような共振縦振動状態、および図6(B)に示すような共振屈曲振動状態が予想され、かつ、振動測定の結果、それが実証された。以下、該振動測定について説明する。

【0034】まず、上記外部電極14のうち、電気端子A(図1、図2参照)となる外部電極14に周波数 $F_r$ で振幅10V<sub>p-p</sub>の交番電圧を印加し、また、電気端子Bとなる外部電極14に同一周波数、同振幅で同位相の交番電圧を印加すると図6(A)に示すような1次の共振縦振動が励起できた。次に、電気端子Aに周波数 $F_r$ で振幅10V<sub>p-p</sub>の交番電圧を印加し、電気端子Bに同一周波数、同振幅で逆位相の交番電圧を印加すると図6(B)に示すような2次の共振屈曲振動が励起できた。次に、電気端子Aに周波数 $F_r$ で振幅10V<sub>p-p</sub>の交番電圧を印加し、電気端子Bに同一周波数、同振幅で位相が90度異なった交番電圧を印加すると共振縦振動と、共振屈曲振動が合成されて、駆動子16の位置において楕円振動が励起できた。

【0035】次に、図7を参照して上記超音波振動子10を適用した超音波リニアモータ50について説明する。

【0036】図7に示すように、該超音波リニアモータ

50は、上記超音波振動子10がそのピン19の部分で2つの保持板21により両面から保持されている。上記保持板21はピン19の直径とほぼ同径の孔が穿設されていて、該孔と超音波振動子10のピン19とが係合するようになっている。該超音波振動子10をこのように保持することで、同超音波振動子10はピン19まわりの回転に対してのみ自由度を有する。

【0037】一方、上記保持板21はビス23により保持板固定部材22に固定されている。該保持板固定部材22はリニアブッシュ24により保持されていて、また、このリニアブッシュ24は軸25に沿ってリニアに移動するようになっている。さらに、上記軸25は軸固定部材26に固定され、該軸固定部材26はベース27にビスにより固定されている。また、上記軸固定部材26のほぼ中央部にはタップがきられていて、押圧ビス28がねじ込まれている。該押圧ビス28と保持板固定部材22との間にはバネ29が挿入されている。

【0038】上記ベース27にはクロスローラーガイドの固定部30が基台にビス31により固定されている。また、クロスローラーガイドの移動部32には摺動部材保持部33が図示しないビスにより固定され、この摺動部材保持部33には摺動部材34としてHIP処理されたジルコニアセラミックスが接着されている。このような構成にして、押圧ビス28を調整することで超音波振動子10の摺動部材34(被駆動部材)への押圧力を調整することができる。

【0039】先に示したように超音波振動子10の電気端子Aと電気端子Bとに周波数 $F_r$  (53kHz~56kHzの間の周波数)、振幅10V<sub>p-p</sub>、位相差+90度又は-90度の交番電圧を印加する。すると被駆動部材34は右方向または左方向に駆動される。

【0040】この第1実施例の超音波振動子によると、上記超音波振動子10の基本的な部分が接着工程なしに作成されているので振動特性のばらつきが小さい、信頼性の高い超音波振動子が得られる。

【0041】次に、本発明の第2実施例の超音波振動子について説明する。

【0042】図8ないし図12は、本発明の第2実施例の超音波振動子60を示した説明図であり、図8は、該超音波振動子60の正面図であり、また、図9は、該超音波振動子60の上面図である。また、図10は、上記超音波振動子60の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。また、図11は、上記超音波振動子60における一圧電板11の両側面を示した要部斜視図であり、図12は、図11に示す圧電板11に隣接する圧電板11の両側面を示した要部斜視図である。

【0043】この第2実施例の超音波振動子は、基本的には上記第1実施例と同等な構成を有するので、ここでは、該第1実施例と異なる点のみについて述べる。

【0044】本第2実施例においても、圧電板11の積

層体である圧電体積層部18、絶縁板12等が上記第1実施例と同様に構成されているが、該圧電体積層部18に接合される外部電極14の数が異なっている。

【0045】図11、図12に示すように、圧電板11の内部電極は、その一側面および裏面の両面とも2つの部分に設けられている。一側面がわは、第1の領域(17c)と第2の領域(17d)との境の2mm程度の絶縁部と、それぞれの領域の背面側端部に1mm程度の絶縁部、上面または下面側端部の1mmの絶縁部を残して、厚さ10μm程度の銀-パラジウム合金が塗布されており、上記側面の裏面がわは、第1の領域(17e)と第2の領域(17f)との境の2mm程度の絶縁部と、それぞれの領域の正面側端部に1mm程度の絶縁部、上面または下面側端部の1mmの絶縁部を残して、厚さ10μm程度の銀-パラジウム合金が塗布されている。

【0046】上記圧電板11の内部電極17c、17dと内部電極17e、17fとは、図11、図12に示すように、互いに隣接する圧電板11同士で、塗布位置が一側面がわとその裏面がわとで逆になっている。このような内部電極17c~17fが施された2種類の圧電板(図11、図12)を交互に100層程度積層して本第2実施例の圧電板積層部18(図8参照)が構成される。

【0047】また、図8、図9に示すように、超音波振動子60の圧電体積層部18における正面上下部および背面上下部には、上記第1実施例と同様に上記内部電極17c~17fの一部が露呈しており、8つの露呈部群を形成している(図示せず)。この8つの露呈部群には、それぞれ導電性銀ペーストからなる8つの外部電極14が、該内部電極17c、17d、17eあるいは17fと導通するように互いに独立して設けられている。

【0048】上記外部電極14からはそれぞれリード線が延出しており、超音波振動子60の正面がわ、背面がわ共に、対角線上にある外部電極14同士はリード線により短絡されている。また、超音波振動子60の正面がわ、背面がわの上部に配設された4つの外部電極14は、図8、図9に示すように電気端子A、B、グランド(GND)端子として、図示しない圧電板11の駆動回路に接続されている。

【0049】本超音波振動子60のその他の部分の構成については上記第1実施例と同様なので、ここでの説明は省略する。

【0050】また、本第2実施例の超音波振動子の基本的な部分の製造方法、動作、さらに、本第2実施例の超音波振動子を用いた超音波リニアモータの構成と動作については上記第1実施例と同様なので、ここでの説明は省略する。

【0051】この第2実施例の超音波振動子によると、超音波振動子60の圧電体積層部18の部分の体積が大

きいので超音波振動子の出力が大きくなると共に、モータ出力の増大がはかれる。

【0052】次に、本発明の第3実施例の超音波振動子について説明する。

【0053】図13ないし図17は、本発明の第3実施例の超音波振動子を示す説明図であり、図13は、該超音波振動子の正面図、図14は、該超音波振動子の上面図である。

【0054】この第3実施例の超音波振動子70は、その基本的な部分は、内部電極処理を施された矩形形状のPZT-PMN系の圧電板11が積層されている圧電体積層部18、および矩形形状のPZT-PMN系の絶縁板12が図示の如く積層されて構成されている。

【0055】図15は、上記超音波振動子70の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。また、図16は、上記超音波振動子70における一圧電板11の上下面を示した要部斜視図であり、図17は、図16に示す圧電板11に隣接する圧電板11の上下面を示した要部斜視図である。

【0056】該第3実施例における圧電板11は、幅30mm、奥行き4mm、100μmの厚さを有する圧電素子である。該圧電板11の上面(あるいは下面)には、上記第1実施例と同様に厚さ10μm程度の銀-パラジウム合金が塗布された内部電極17aが、背面側端部、左および右側端部、幅方向の中央部にそれぞれ1mmの絶縁部を設け、さらに2つの領域に分割されるように配置されている。

【0057】一方、圧電板11における上記内部電極17aの裏面がわには、上記同様厚さ10μm程度の銀-パラジウム合金が塗布された内部電極17bが、正面側端部、左および右端部、幅方向の中央部にそれぞれ1mmの絶縁部を設け、さらに2つの領域に分割されるように配置されている。

【0058】上記内部電極17a、17bは図に示すように、互いに隣接する圧電板11の電極塗布位置が上面と下面とで逆になっている。このような内部電極17a、17bが施された2種類の圧電板11(図16、図17)を交互に40層程度積層したものが図13に示す圧電板積層部18である。

【0059】この第3実施例の超音波振動子70では、矩形形状のPZT-PMN系の上部の絶縁板12は幅30mm、奥行き4mm、1mmの厚さを有する素子である。また、下部の絶縁板12は幅30mm、奥行き4mm、5mmの厚さを有し、その上部に直径φ1mmの穿孔15が設けられている。

【0060】図13、図14において、上記超音波振動子70の圧電体積層部18における正面および背面の両側方部には、上記内部電極17a、17bの一部が露呈しており、4つの露呈部群を形成している(図示せず)。この4つの露呈部群には、それぞれ導電性銀ペー

ストからなる4つの外部電極14が、該内部電極17aあるいは内部電極17bと導通するように互いに独立して設けられている。

【0061】上記外部電極14からはそれぞれリード線が延出しており、超音波振動子70の正面に配設された2つの外部電極14は、図13、図14に示すように電気端子A、Bとして、また、超音波振動子70の背面に配設された外部電極14はグランド(GND)端子として、図示しない圧電板11の駆動回路に接続されている。

【0062】一方、上記超音波振動子70底部において、長手方向端部から9mmの位置には幅4mm、奥行き4mm、厚さ1mmの駆動子16が接着剤により該底部に接合されている。なお、該駆動子16は、高分子材料にアルミナを分散して形成されている。また、上記中央の絶縁板12の穿孔15には、ステンレス材よりなるピン19が貫通して接着されている(図2参照)。

【0063】このような構成をなす第3実施例の超音波振動子70の全体の寸法は、幅30mm、高さ10mm、奥行き4mmである。

【0064】本超音波振動子70の基本的な部分の製造方法については上記第1実施例と同様なので、ここでの説明は省略する。また、該超音波振動子70のその他の構成動作、さらに該超音波振動子70を用いた超音波リニアモータの構成と動作については上記第1実施例と同様なので、ここでの説明は省略する。

【0065】一般に、積層された超音波振動子は積層方向の引張力により破壊し易いが、上述した第3実施例の超音波振動子によると、上記第1、第2実施例の超音波振動子に対し、積層方向が上下方向なので上下方向の押圧力に強い超音波振動子が得られる。また、本第3実施例は、上記第1、第2実施例の超音波振動子に比べて高さの低い超音波振動子を作成するときに有利となる。

【0066】なお、本第3実施例の変形例として、上記第1実施例に対する第2実施例のように、内部電極が施された圧電板11が積層されたものを下半分に設けてもよい。

【0067】次に、本発明の第4実施例の超音波振動子について説明する。

【0068】図18ないし図23は、本発明の第4実施例の超音波振動子を示す説明図であり、図18、図19、図20は、それぞれ該超音波振動子80の正面図、上面図、側面図である。

【0069】この第4実施例の超音波振動子70は、その基本的な部分は内部電極処理を施された矩形形状のPZT-PMN系の圧電板11が積層されている圧電体積層部18、および矩形形状のPZT-PMN系の絶縁板12が図に示すように積層されて構成されている。

【0070】図21は、上記超音波振動子80の基本的な部分を詳しく示した要部分斜視図である。また、図

22は、上記超音波振動子80における一圧電板11の前後面を示した要部斜視図であり、図23は、図22に示す圧電板11に隣接する圧電板11の前後面を示した要部斜視図である。

【0071】本第4実施例における圧電板11は、幅30mm、高さ10mm、厚さ100 $\mu$ mを有する圧電素子であり、その前面(あるいは後面)には、厚さ10 $\mu$ m程度の銀-パラジウム合金が塗布された内部電極17aが、上端部に1mm、下部に5mm、また、幅方向の中央部に1mmの絶縁部がそれぞれ設けられ、さらに、2つの領域に分割されて配置されている。

【0072】一方、上記圧電板11における上記内部電極17aの裏面がわには、内部電極17bが、左および右端部に1mm、下部に5mm、また、幅方向の中央部に1mmの絶縁部がそれぞれ設けられ、さらに、2つの領域に分割されて配置されている。

【0073】上記圧電板11は、図22、図23に示すように、互いに隣接する圧電板11同士の内部電極17a、17bの塗布位置が逆になっている。このような内部電極17a、17bが施された2種類の圧電板11

(図22、図23)を交互に40層程度積層して、本第4実施例の圧電板積層部18(図18参照)が構成される。

【0074】本第4実施例においては、上記超音波振動子80の前後面に配設された矩形形状の絶縁板12は、幅30mm、高さ10mm、厚さ0.5mmを有する素子である。また、超音波振動子80の圧電体積層部18における上面両側方部および両側面上部には、上記内部電極17a、17bの一部が露呈しており、4つの露呈部群を形成している(図示せず)。この4つの露呈部群には、それぞれ導電性銀ペーストからなる4つの外部電極14が、該内部電極17aあるいは内部電極17bと導通するように互いに独立して設けられている。

【0075】上記外部電極14からはそれぞれリード線が延出しており、超音波振動子80の上面に配設された2つの外部電極14は、図18、図19に示すように電気端子A、Bとして、また、超音波振動子80の側面に配設された外部電極14はグランド(GND)端子として、図示しない圧電板11の駆動回路に接続されている。

【0076】一方、上記超音波振動子80底部において、長手方向端部から9mmの位置には幅4mm、奥行き4mm、厚さ1mmの駆動子16が接着剤により該底部に接合されている。なお、該駆動子16は、高分子材料にアルミナを分散して形成されている。また、上記超音波振動子80のほぼ中央部には直径 $\phi$ 1mmの穿孔が穿設されており、該穿孔には、ステンレス材よりなるピン19が貫通して接着されている(図19参照)。

【0077】このように構成された上記超音波振動子80の全体の寸法は、幅30mm、高さ10mm、奥行き

4 mとなっている。

【0078】本第4実施例の超音波振動子80における基本的な部分の製造方法については上記第1実施例と同様なので、ここでの説明は省略する。

【0079】また、該第4実施例の超音波振動子80のその他の構成、動作、さらに本第4実施例の超音波振動子80を用いた超音波リニアモータの構成と動作については上記第1実施例と同様なので、ここでの説明は省略する。

【0080】この第4実施例の超音波振動子によると、  
10 上記第1、第2、第3実施例と比較してより奥行き寸法の小さい超音波振動子を提供することができる。

【0081】また、本第4実施例の変形例として、上記第1実施例に対する第2実施例のように圧電板の下半分にも内部電極を設けたものを積層してもよい。

【0082】このように、上述した各実施例によると以下に示す効果を得ることができる。

(1) 弾性体と圧電体を一体的に同時に成形されているので、接着剥がれ等がおこらず、信頼性が高い。

(2) 上と同じ理由により、振動特性のばらつきが小さい。  
20

(3) 製作工程が簡単である。

【0083】以上、本発明の実施例においてはリニア型の超音波モータについてのみ応用を述べたが、本発明の超音波振動子を用いて移動体を回転体とすれば回転型の超音波モータに応用することも可能である。また、上記各実施例においては電気-機械エネルギー変換素子として圧電素子を用いて説明したが、電歪素子を用いても同様の効果が得られるのはいうまでもない。

【0084】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、接着工程が少なく制作工程が単純な、振動特性のばらつきが小さい、接着剥がれが起き難い超音波振動子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す超音波振動子の正面図である。

【図2】上記第1実施例を示す超音波振動子の正面図である。

【図3】上記超音波振動子の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。  
40

【図4】上記超音波振動子における一圧電板の両側面を示した要部斜視図である。

【図5】上記図4に示す圧電板に隣接する圧電板の両側面を示した要部斜視図である。

【図6】上記第1実施例の超音波振動子の、(A)共振

縦振動状態、(B)共振屈曲振動状態を示す斜視図である。

【図7】上記第1実施例の超音波振動子を適用した超音波リニアモータを示す正面図である。

【図8】本発明の第2実施例を示す超音波振動子の正面図である。

【図9】上記第2実施例の超音波振動子の上面図である。

【図10】上記第2実施例の超音波振動子の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。

【図11】上記第2実施例の超音波振動子における一圧電板の両側面を示した要部斜視図である。

【図12】上記図11に示す圧電板に隣接する圧電板の両側面を示した要部斜視図である。

【図13】本発明の第3実施例を示す超音波振動子の正面図である。

【図14】上記第3実施例を示す超音波振動子の上面図である。

【図15】上記第3実施例の超音波振動子の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。

【図16】上記第3実施例の超音波振動子における一圧電板の上下面を示した要部斜視図である。

【図17】上記図16に示す圧電板に隣接する圧電板の上下面を示した要部斜視図である。

【図18】本発明の第4実施例を示す超音波振動子の正面図である。

【図19】上記第4実施例を示す超音波振動子の上面図である。

【図20】上記第4実施例を示す超音波振動子の側面図である。  
30

【図21】上記第4実施例の超音波振動子の基本的な部分を詳しく示した要部分解斜視図である。

【図22】上記第4実施例の超音波振動子における一圧電板の前後面を示した要部斜視図である。

【図23】上記図22に示す圧電板に隣接する圧電板の前後面を示した要部斜視図である。

【図24】従来の一超音波振動子の構成を示した正面図である。

【符号の説明】

10…超音波振動子

11…圧電板

12…絶縁板

14…外部電極

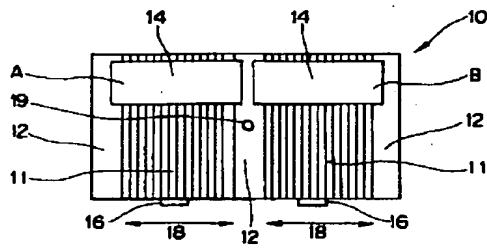
16…駆動子

17a~17f…内部電極

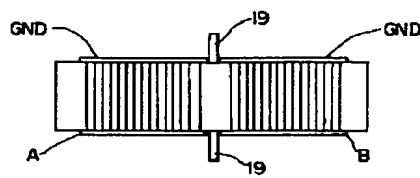
18…圧電体積層部



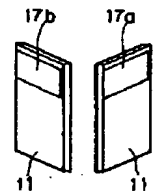
【図1】



【図2】



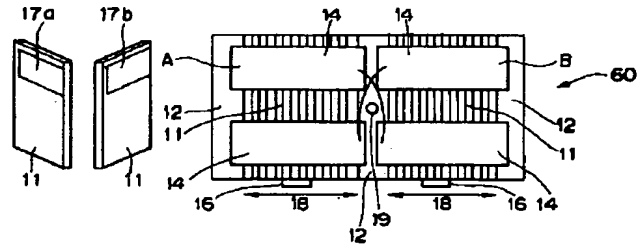
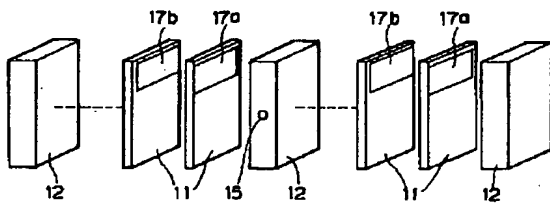
【図4】



【図5】

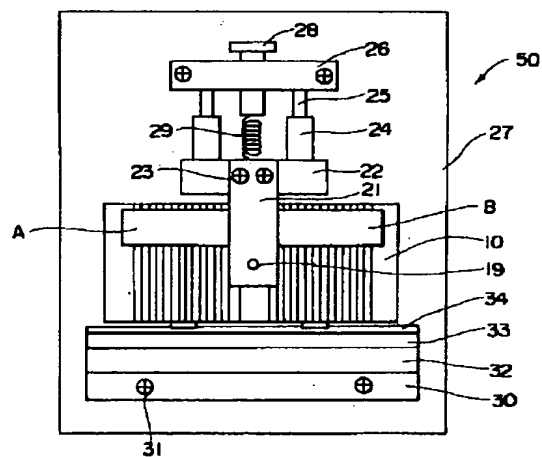
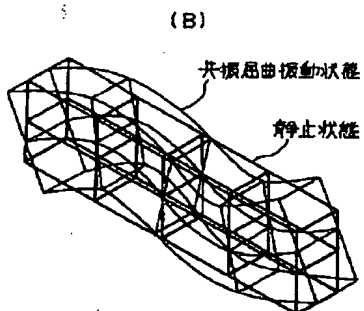
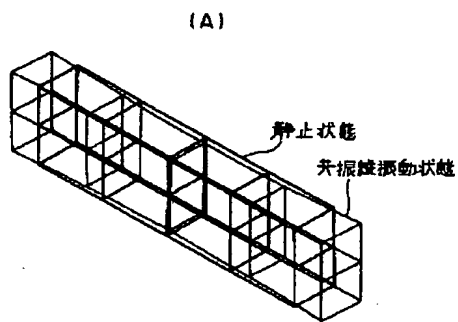
【図8】

【図3】



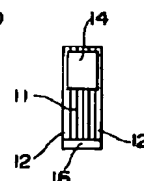
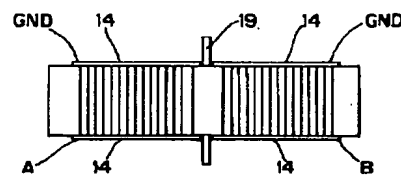
【図6】

【図7】

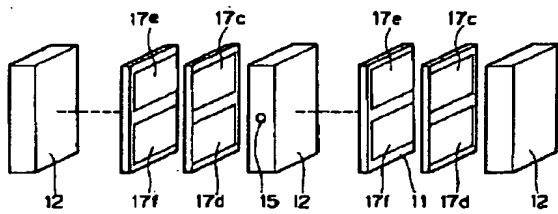


【図9】

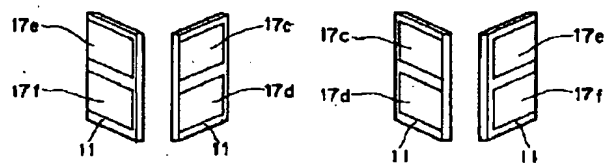
【図20】



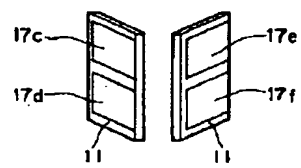
【図10】



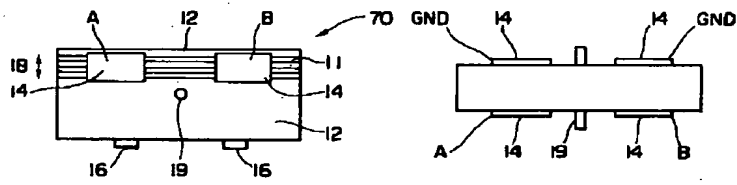
【図11】



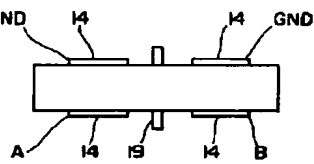
【図12】



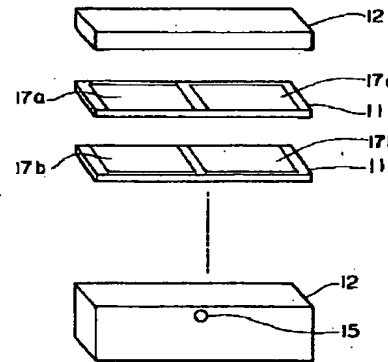
【図13】



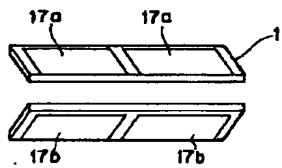
【図14】



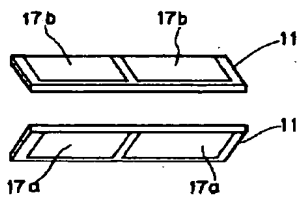
【図15】



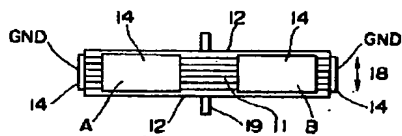
【図16】



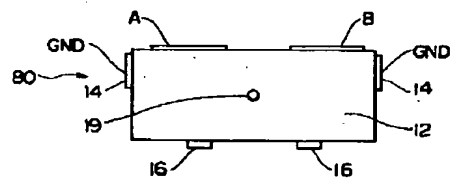
【図17】



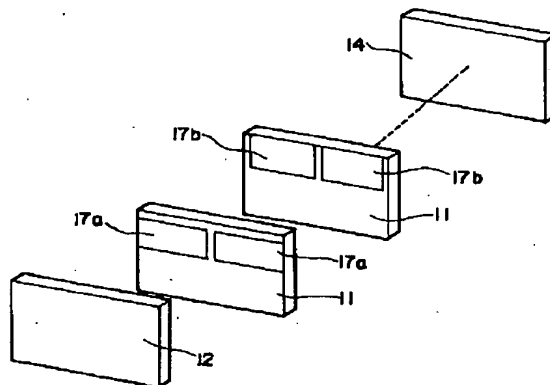
【図19】



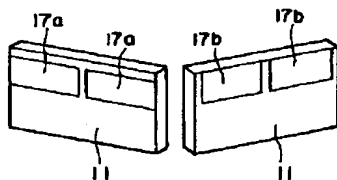
【図18】



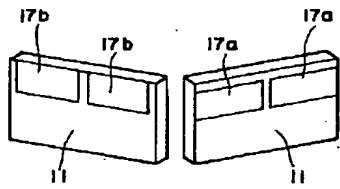
【図21】



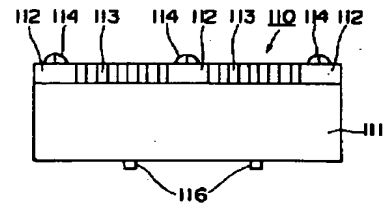
【図22】



【図23】



【図24】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第4区分  
 【発行日】平成13年10月5日(2001.10.5)

【公開番号】特開平7-163162  
 【公開日】平成7年6月23日(1995.6.23)  
 【年通号数】公開特許公報7-1632  
 【出願番号】特願平5-300401  
 【国際特許分類第7版】

H02N 2/00

B06B 1/06

【F1】

H02N 2/00 .C

B06B 1/06 Z

【手続補正書】

【提出日】平成12年11月27日(2000.11.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】電気-機械エネルギー変換素子に駆動信号を印加することにより、縦振動と屈曲振動とを励起して被駆動体を駆動する超音波振動子において、  
前記被駆動体の駆動方向に圧電体を積層して構成される第1の圧電積層体及び第2の圧電積層体と、  
前記圧電積層体の積層方向側面であって前記被駆動体と接触する側の面の屈曲振動の腹の位置に設けられた駆動子と、  
前記第1及び第2の圧電積層体の層間であって前記駆動子と逆側の前記圧電体側面に交互に設けられた第1の電極群及び第2の電極群からなる内部電極と、  
前記第1の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第1の電極群と導通した第1の外部電極と、  
前記第1の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極群と導通した第2の外部電極と、  
前記第2の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第1の電極群と導通した第3の外部電極と、  
前記第2の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極群と導通した第4の外部電極と、  
 を具備したことを特徴とする超音波振動子。

【請求項2】前記内部電極は、前記圧電体側面の約1/3の領域に設けられていることを特徴とする請求項1記載の超音波振動子。

【請求項3】前記圧電積層体の前記第1の電極と同じ層間であって前記被駆動子側の前記圧電体側面に設けられた第3の電極群と、

前記圧電積層体の前記第2の電極と同じ層間であって前記被駆動子側の前記圧電体側面に設けられた第4の電極群と、

前記第1の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第3の電極群と導通した第5の外部電極と、

前記第1の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第4の電極群と導通した第6の外部電極と、

前記第2の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第3の電極群と導通した第7の外部電極と、

前記第2の圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第4の電極群と導通した第8の外部電極とをさらに備え、

前記第1及び第2の外部電極間に印加する電圧と前記第7及び第8の外部電極間に印加する電圧を同位相、前記第3及び第4の外部電極間に印加する電圧と前記第5及び第6の外部電極間に印加する電圧を同位相とすることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の超音波振動子。

【請求項4】電気-機械エネルギー変換素子に駆動信号を印加することにより、縦振動と屈曲振動とを励起して被駆動体を駆動する超音波振動子において、

前記被駆動体の駆動方向と垂直方向に圧電体を積層して構成される圧電積層体と、

前記圧電積層体の積層方向端面であって前記被駆動体と接触する側の面の屈曲振動の腹の位置に設けられた駆動子と、

前記圧電積層体の層間において前記駆動子と逆側の前記圧電体側面に交互に設けられた第1の電極群及び第2の電極群からなる内部電極であって、前記第1及び第2の電極群の各電極は前記圧電体の中央部を通り且つ前記被

駆動部材の駆動方向に垂直な分割線により第1及び第2の領域に絶縁分割された内部電極と、

前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第1の電極群の第1の領域と導通した第1の外部電極と、

前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極群の第2の領域と導通した第2の外部電極と、

前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極

群の第1の領域と導通した第2の外部電極と、  
前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第1の電極群の第2の領域と導通した第3の外部電極と、  
前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極群の第2の領域と導通した第4の外部電極と、  
を具備したことを特徴とする超音波振動子。

【請求項5】電気-機械エネルギー変換素子に駆動信号を印加することにより、縦振動と屈曲振動とを励起して被駆動体を駆動する超音波振動子において、  
前記被駆動体の駆動方向と垂直方向に圧電体を積層して構成される圧電積層体と、  
前記圧電積層体の積層方向側面であって前記被駆動体と接触する側の面の屈曲振動の腹の位置に設けられた駆動子と、

前記圧電積層体の層間に交互に設けられた第1の電極群及び第2の電極群からなる内部電極であって、前記第1及び第2の電極群の各電極は前記圧電体の中央部を通り且つ前記被駆動部材の駆動方向に垂直な分割線により第1及び第2の領域に絶縁分割された内部電極と、  
前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第1の電極群の第1の領域と導通した第1の外部電極と、  
前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極群の第1の領域と導通した第2の外部電極と、

前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第1の電極群の第2の領域と導通した第3の外部電極と、  
前記圧電積層体の外部表面に設けられ、前記第2の電極群の第2の領域と導通した第4の外部電極と、  
を具備したことを特徴とする超音波振動子。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】このように構成された上記超音波振動子10の全体の寸法は、幅30mm、高さ10mm、奥行き4mmとなっている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正内容】

【0069】この第4実施例の超音波振動子80は、その基本的な部分は内部電極処理を施された矩形形状のPZT-PMN系の圧電板11が積層されている圧電体積層部18、および矩形形状のPZT-PMN系の絶縁板12が図に示すように積層されて構成されている。